Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 25-37
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۳۷-۲۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

مقاله پژوهشی

بررسی اثر نوع بسته‌بندی، دما و مدت انبارداری بر برخی ویژگی‌های روغن بذر گل مغربی (*Oenothera biennis* L.)

مجید عزیزی[1*]- هدی احمدی[2]- حسین آروئی[3]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۷/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۰

چکیده

به منظور بررسی اثر نوع بسته‌بندی، دما و زمان انبارداری بر ویژگی‌های روغن بذر گل مغربی، آزمایشی به صورت کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی با ۳۲ تیمار و ۳ تکرار انجام شد. تیمارها شامل ۴ سطح بسته‌بندی (بسته کاغذی، آلومینیومی، پی وی سی و سلوفان)، ۲ سطح دما (درجه سانتی‌گراد ۴ و دمای محیط) و ۴ سطح مدت انبارداری (۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماه) بودند. در پایان هر دوره انبارداری، استخراج روغن با دستگاه سوکسله انجام و عدد اسیدی و عدد پراکسید به عنوان شاخص کیفی روغن بررسی شد. بر اساس نتایج آزمایش، اثر ساده دما، نوع بسته بندی و مدت انبارداری بر تمام ویژگی‌های روغن گل مغربی معنی‌دار بود. پیش از انبارداری، درصد روغن ۱۶/۴۵ درصد بود که بعد ازگذشت ۳ ماه با افزایش راندمان استخراج به ۱۹/۷۵ درصد و سپس با روند کاهشی شدید به ۱۲/۷۱ درصد در انتهای دوره ۹ ماهه رسید و در خاتمه انبارداری، اندکی افزایش مشاهده شد. عدد اسیدی و عدد پراکسید، پیش از انبارداری به ترتیب ۱/۱۶ mg KOH g^{-1} oil و ۲/۴ meq O_2 kg^{-1} oil گزارش گردید. بعد از گذشت ۳ ماه، عدد پراکسید روغن، ۳/۱۴ و در خاتمه انبارداری به بالاترین میزان یعنی ۹/۸۲ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن رسید. دمای محیط، از نظر بهبود میزان روغن و دمای ۴ درجه سانتی‌گراد، از نظر حفظ کیفیت روغن مناسب بود. بذرهای موجود در بسته‌های کاغذی و سلوفان به ترتیب با ۱۷/۲۹ درصد و ۱۶/۷۵ درصد بیشترین میزان روغن را داشتند. انبارداری بذر در بسته سلوفان با توجه به عدد اسیدی و عدد پراکسید روغن آن (به ترتیب mg KOH ۰/۸۹g^{-1} oil و ۵/۰۵ meq O_2 kg^{-1} oil)، جهت حفظ کیفیت روغن مطلوب بود.

واژه‌های کلیدی: انبارداری، بسته‌بندی، روغن، عدد اسیدی، عدد پراکسید

مقدمه

گل مغربی (*Oenothera biennis* L.) گیاهی دارویی متعلق به تیره Onagraceae است. گل مغربی یک دانه روغنی نسبتا جدید با ارزش بالا است. بذر آن حاوی ۲۰-۳۰ درصد روغن با حدود ۷-۱۰ درصد اسید گامالینولنیک می‌باشد (۷ و ۸).

در حال حاضر روغن گل مغربی، مهمترین منبع اسید گامالینولنیک است که تقاضا برای کاربردهای دارویی و درمانی آن به عنوان یک اسید چرب ضروری بسیار فعال و پیش‌ساز پروستاگلاندین E_1 و مشتقات آن رو به افزایش می‌باشد (۲۱). روغن این گیاه دردرمان بسیاری ازبیماری‌ها شامل اگزما، ماستالژیا، نوروپاتی دیابتی، سرطان، مولتیپل اسکلروزیس، آرتریت روماتوئید و سطوح بالای کلسترول موثر است (۱۱).

میزان روغن بذر گل مغربی بسته به فاکتورهایی مانند رقم، شرایط پرورش و سن بذر بین۲۰ تا۳۰ درصد متغیر می‌باشد. روغن آن دارای ۹۸ درصد تری آسیل گلیسرول‌ها و مقدارکمی ازسایر لیپیدها (اسیدهای چرب آزاد، دی آسیل گلیسرول‌ها و فسفولیپیدها) و حدود ۱-۲ درصد مواد غیرقابل صابونی شدن مانند استرول‌ها و توکوفرول هاست (۷).

مهمترین اجزای روغن گل مغربی شامل اسیدهای چرب غیراشباع اسید لینولئیک (۷۰ تا ۷۴ درصد)، اسید گامالینولنیک (۷ تا ۱۰ درصد)، اسید اولئیک (۸ تا ۱۲ درصد) و اسیدهای چرب اشباع اسید پالمتیک (۷ تا ۹ درصد)، اسید استئاریک (۱/۵ تا ۳ درصد) می‌باشد (۸). بذر گل مغربی علاوه بر روغن، دارای ۱۵ درصد پروتئین،۴۳ درصد سلولز+ لیگنین، مواد معدنی شامل پتاسیم، کلسیم، فسفر، منیزیم و ویتامین های A، B، C و E است (۴).

انبارداری طولانی مدت بذر با ذخیره آن در شرایط محیطی مناسب و یا تغییر محیط اطراف بذرها ممکن است (۱۲). شرایط

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب استاد، دانش آموخته کارشناسی ارشد گیاهان دارویی و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: azizi@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.57440.0

انبارداری بذرهای روغنی قبل از استخراج صنعتی، می‌تواند بر کیفیت روغن خام تاثیرگذار باشد (۲۸). شاخص‌های کیفی روغن به شدت متاثر از نوع بسته‌بندی و مدت انبارداری است (۱۰). در طی انبارداری، محصولات به ویژه ترکیبات روغنی تحت تاثیر شرایط انبارداری قرار می‌گیرند. ترکیب اسید چرب، مهمترین فاکتور برای تعیین حساسیت روغن به اکسیداسیون است. نوع اسیدچرب موجود در روغن و به ویژه تعداد پیوندهای دوگانه، تعیین کننده نوع و وسعت واکنش‌های شیمیایی است که در طی انبارداری رخ می‌دهد (۲۹).

شرایط نامساعد انبار، منجر به زوال و کاهش کیفیت بذر در طی انبارداری می‌شود که شدت آن بستگی به شرایط انبارداری دارد (۱۳). دما، رطوبت نسبی، رطوبت بذر و دوره انبارداری، از مهمترین عوامل موثر بر کیفیت بذر هستند (۱۴ و ۲۶). جایانتی و همکاران (۲۲) بیان کردند که در دوره انبارداری، خصوصیات بیوشیمیایی بذرها مانند محتوای کربوهیدرات، پروتئین و روغن کاهش می‌یابد درحالی که میزان آمینواسید آزاد، اسیدچرب آزاد و هدایت الکتریکی زیاد می‌شود.

قاسم نژاد (۱۶) با بررسی تاثیر مدت و درجه حرارت انبار در ۳ سطح (۴، ۲۱ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد) بر بذرهای گل مغربی نشان داد کیفیت بذر گل مغربی در طی انبارداری به دلیل افزایش عدد پراکسید، به تدریج کم می‌شود، بیشترین تجمع اسید چرب آزاد و اکسیداسیون در دمای بالا مشاهده شد. از نظر کمی وکیفی، بذر تازه گل مغربی می تواند برای۴ تا ۶ ماه انبار شود. کاندیل و همکاران (۲۳) در بررسی تاثیر بسته‌بندی (پارچه‌ای و پلاستیکی) در شرایط انبارداری بذر سویا نشان دادند که در طی انبارداری درصد روغن کاهش و عدد اسیدی و پراکسید روغن افزایش یافت و پوشش پلاستیکی مناسب تر بود.

با توجه به اینکه در مورد شرایط انبارداری بذرگل مغربی با هدف استحصال مواد موثره دارویی، مطالعات اندکی انجام شده است، در این تحقیق، انبارداری بذر گل مغربی به منظور بهبود میزان و کیفیت روغن آن صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اثر دما و مدت انبارداری بذر گل مغربی در بسته بندی‌های مختلف بر تغییرات کمی و کیفی روغن، آزمایشی به صورت کرت خرد شده در زمان بر پایه طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل مدت انبارداری در ۴ سطح (۳، ۶، ۹ و ۱۲ ماه) به عنوان عامل اصلی، نوع بسته‌بندی در ۴ سطح (کاغذی به ضخامت ۰/۱۵ میلی‌متر، آلومینیومی به ضخامت ۰/۱۲ میلی‌متر، پی وی‌سی به ضخامت ۰/۰۹ میلی‌متر و سلوفان به ضخامت ۰/۰۷ میلی متر) و دمای انبارداری در ۲ سطح (دمای یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد) و دمای محیط (۲۰ درجه سانتی‌گراد)) به عنوان عامل‌های فرعی بودند. در مجموع ۹۶ بسته ۱۰۰ گرمی از بذر گل مغربی که تولید سال ۱۳۹۱ دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد بود (طی این مدت در دمای یخچال و در بسته‌های آلومینیومی نگهداری شده بود) و از اردیبهشت ۱۳۹۳ تا اردیبهشت ۱۳۹۴، در آزمایشگاه فیزیولوژی گیاهی گروه علوم باغبانی در شرایط انبارداری قرار گرفت. زمانی که رطوبت بذرها به ۵ درصد رسید، با اعمال تیمارهای بسته‌بندی و درجه حرارت، انبارداری آغاز و در هر مرحله، آزمایش‌های تعیین درصد روغن، عدد اسیدی و عدد پراکسید روغن انجام شد. ارزیابی نتایج با نرم‌افزار JMP8 و مقایسه میانگین صفات با آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد انجام پذیرفت. برای استخراج روغن از روش سوکسله و حلال هگزان استفاده گردید (۱:۴ حجمی/وزنی)، حلال‌زدایی توسط دستگاه تبخیرگردان در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. نمونه‌های روغن برای انجام آزمایش‌های بعدی در ظروف شیشه‌ای تیره در یخچال نگهداری گردید. عدد اسیدی مطابق استاندارد EEC REG 2568/91 (۱۵) و عدد پراکسید مطابق استاندارد AOCS Cd 8-53 (۵) اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

درصد روغن

نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان می دهد اثرات ساده نوع بسته‌بندی، دما و مدت انبارداری بر درصد روغن بذر گل مغربی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است.

مقایسه میانگین اثرات ساده نوع بسته‌بندی، دما و مدت انبارداری بر درصد روغن بذر گل مغربی (جدول ۲) نشان داد بیشترین درصد روغن در بسته‌های کاغذی (۱۷/۲۹ درصد و سلوفان (۱۶/۷۵ درصد) و کمترین آن در نوع آلومینیومی (۱۲/۱۰ درصد) می‌باشد. میزان روغن به دست آمده در دمای محیط (۱۶/۴۶ درصد نسبت به دمای ۴ درجه سانتی‌گراد (۱۴/۱۶ درصد) بیشتر بود.

درصد روغن پیش از شروع انبارداری ۱۶/۴۵ درصد بود که بعد ازگذشت ۳ ماه با افزایش راندمان استخراج به ۱۹/۷۵ درصد و پس از آن با روند کاهشی شدید به ۱۲/۷۱ درصد در انتهای دوره ۹ ماهه رسید. در انتهای انبارداری، درصد روغن مقداری افزایش نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری با دوره نه ماهه نداشت. با وجود عدم سنتز روغن بعد از برداشت بذر، افزایش راندمان استخراج روغن در ماه سوم انبارداری نسبت به شاهد را می‌توان به ادامه پروسه رسیدن بذر و تجمع روغن در دانه برداشت شده مربوط دانست.

مشخص شده است که افزایش مدت انبارداری، باعث افزایش میزان اکسیژن در دسترس و در نتیجه افزایش اکسیداسیون می‌شود که می‌تواند دلیلی برای کاهش درصد روغن در طی انبارداری باشد. از طرف دیگر، متابولیسم بذر در طی انبارداری برای تامین انرژی مورد نیاز فعالیت‌های فیزیولوژیکی، باعث کاهش روغن آن می‌شود. آنزیم

هایی مانند آسیل کوآنزیم A اکسیداز، مالات سینتاز، سیترات سینتاز، کاتالاز و لیپاز در متابولیسم روغن و اسیدهای چرب بذر شرکت می کنند (۲۵). فعالیت این آنزیم‌ها به صورت جزئی یا کامل نیازمند حضور اکسیژن است که دلیلی برای کاهش میزان روغن در طی انبارداری است.

قاسم نژاد (۱۶) گزارش کرد در طی۴ ماه انبارداری بذر گل مغربی در دماهای ۴، ۲۱ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد، درصد روغن به تدریج کاهش پیدا کرد و کمترین مقدار آن در انتهای انبارداری به دست آمد. سیزمن و دلیباس (۳۲) نیز نشان دادند در طی ۳ ماه انبارداری بذر آفتابگردان، درصد روغن با گذشت زمان، مستقل از شرایط انبارداری، به تدریج کاهش می‌یابد.

بر اساس گزارش قاسم نژاد و هونرمیر (۱۸)، تضاد مشاهده شده در میزان روغن ارقام مختلف آفتابگردان تحت دماهای متفاوت انبارداری، دلیل روشنی ندارد. مارتینی و آنون (۲۸)، همچنین قاسم‌نژاد و همکاران (۱۷) بیان کردند که میزان روغن بذر به طور مشخص متاثر از دمای انبارداری نیست. به نظر می‌رسد چند پارامتر مختلف بر میزان روغن بذر و اجزای آن موثر است و تغییرات مشاهده شده در میزان روغن، اغلب به یک عامل مربوط نیست (۱۸).

بر اساس نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر درصد روغن بذر گل مغربی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است، اما اثر متقابل بسته‌بندی × دما، مدت×بسته‌بندی، مدت× بسته‌بندی × دما بر درصد روغن بذر گل مغربی معنی‌دار نبود.

مقایسه میانگین اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر درصد روغن بذر گل مغربی (شکل ۱) نشان داد تا ماه ششم انبارداری، بین دمای ۴ °C و دمای محیط از نظر درصد روغن، اختلاف معنی‌داری مشاهده شد و بیشترین میزان روغن با ۲۲/۵۹ درصد در ماه سوم و به دنبال آن با ۱۷/۵۸ درصد در ماه ششم انبارداری در دمای محیط به دست آمد که در مقایسه با میزان آن بعد از دوره‌های ۳ و ۶ ماهه انبارداری در دمای ۴ °C به ترتیب با ۱۶/۹۱ درصد و ۱۳/۹۷ درصد به طور معنی‌دار بیشتر بود. کمترین میزان روغن در ماه نهم انبارداری با ۱۲/۶۵ درصد در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و ۱۲/۷۶ درصد در دمای محیط گزارش گردید.

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد روغن، عدد اسیدی و عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی

Table 1- ANOVA for the oil percentage, acid value and peroxide value of evening primrose seed oil

منبع تغییرات Source of variation	درجه آزادی Degree of freedom	میانگین مربعات Mean squares		
		درصد روغن Oil percent	عدداسیدی Acid value	عددپراکسید Peroxide value
مدت انبارداری (Storage period)	3	253.87**	0.098**	211.48**
خطای a Error a	8	26.77	0.001	0.82
بسته بندی (Packaging)	3	130.48**	0/219**	62.54**
دما (Temperature)	1	124.60**	0.1**	43.98**
بسته بندی×دما Temperature)×(Packaging	3	5.02ns	0.07**	0.44 ns
مدت×بسته بندی Packaging)×(Period	9	6.03ns	0.079**	5.91**
مدت×دما Temperature)× (Period	3	49.58**	0.154**	4.29**
مدت× بسته بندی×دما Temperature) ×Packaging×(Period	9	9.33ns	0.037**	4.46**
خطایb (Error b)	56	5.74	0.007	0.98

ns: غیرمعنی‌دار **- معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

ns: no significant **- significant at 1% level

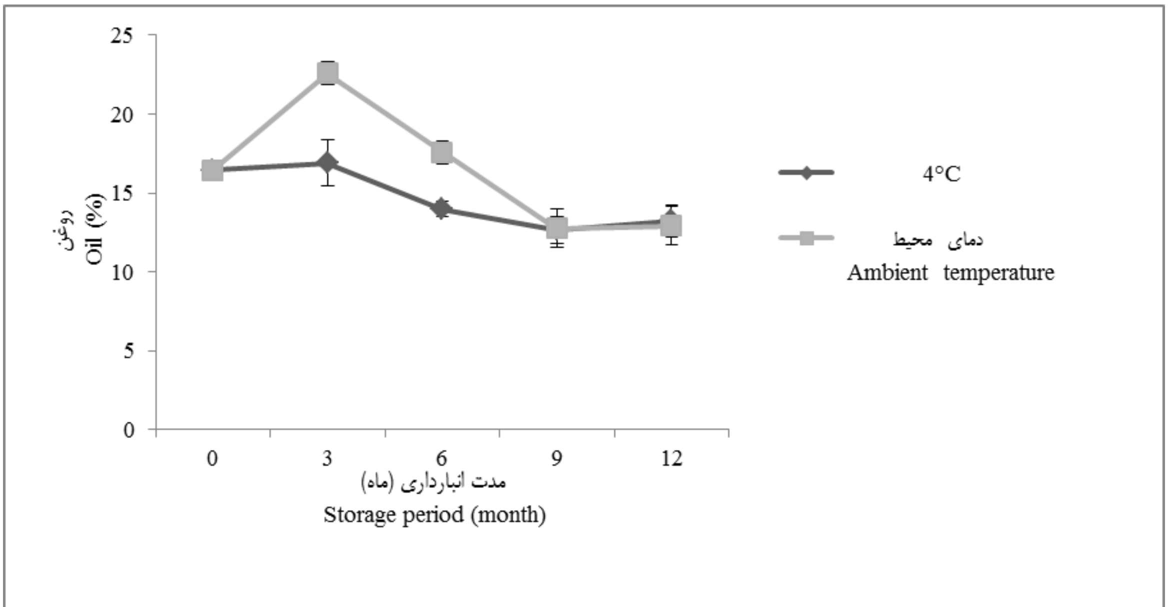
جدول ۲- اثر ساده نوع بسته بندی، دما و مدت انبارداری بر درصد روغن، عدد اسیدی و عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی

Table 2- The simple effect of packaging, storage temperature and storage period on oil percentage, acid value and peroxide value of evening primrose seed oil

تیمار Treatment	روغن Oil (%)(درصد)	عدد اسیدی Acid value (mg KOH/ g^{-1} oil)	عدد پراکسید Peroxide value (meq O_2 Kg^{-1} oil)
بسته بندی (Packaging)			
کاغذی (Paper)	17.29 a	1.11 a	8.53 a
آلومینیومی (Aluminum)	12.10 c	1.06 a	5.70 b
پی وی سی (PVC)	15.17 b	0.98 b	5.29bc
سلوفان (Cellophane)	16.75 a	0.89 c	5.05 c
دما (Temperature)			
4°C	14.19 b	0.98 b	5.46 b
20 °C دمای محیط (Ambient temperature)	16.46a	1.04 a	6.82 a
مدت انبارداری(ماه) Storage period (months)			
3	19.75 a	1.05 a	3.14 d
6	15.77 b	1.08 a	4.45 c
9	12.71 c	0.95b	7.15 b
12	13.07 c	0.96 b	9.82 a

اعداد با حروف مشترک بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

Numbers followed by the same letter are not significantly different at 5% of probability level based on LSD test.



شکل ۱- اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر محتوی روغن (٪) بذرگل مغربی

Figure 1- Interaction effect of storage temperature ×storage period on seed oil content (%) of evening primrose (Bars indicate SE)

عدد اسیدی

بر اساس نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) اثرات ساده نوع بسته بندی، دما و مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است.

مقایسه میانگین اثرات ساده نوع بسته‌بندی، دما و مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی (جدول ۲) نشان داد بیشترین میزان عدد اسیدی روغن بذر به ترتیب در بسته کاغذی (mg KOH/g oil ۱/۱۱) و آلومینیومی (mg KOH/g oil ۱/۰۶) و کمترین آن در بسته سلوفان (mg KOH/g oil ۰/ ۸۹) بود. عدد اسیدی روغن بذر در دمای یخچال با ۰/۹۸ به طور معنی‌داری کمتر از دمای محیط با ۱/۰۴ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن بود. عدد اسیدی روغن پیش از انبارداری، ۱/۱۶ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن به دست آمد که با روند کاهشی به ۱/۰۸ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن در انتهای ماه ششم و ۰/۹۶ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن در خاتمه انبارداری رسید.

عدد اسیدی، شاخص کیفیت نمونه روغن بوده و معمولا برای شناسایی روغن و چربی به کار نمی‌رود (۲۰). مقدار عدد اسیدی به عنوان میزان اسید چرب آزاد شده طی هیدرولیز، تابعی از تازگی، میزان هیدرولیز و اکسیداسیون روغن است. میزان اسیدهای چرب مرتبط با طبیعت و کیفیت اجزای سازنده، درجه خلوص و کیفیت روغن است (۳۱). افزایش اسیدهای چرب آزاد با افزایش میزان رطوبت بذور در طی انبارداری همبستگی دارد. افزایش اسیدهای چرب آزاد به دلیل هیدرولیز تری گلیسیریدها درحضور رطوبت و اکسیژن است (۴). افزایش اسیدهای چرب آزاد می‌تواند مرتبط با مدیریت و انبارداری نامناسب بذرها قبل از فرایند استخراج روغن باشد (۲۴).

مقایسه میانگین اثر متقابل بسته‌بندی × دمای انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی (شکل ۲) نشان داد روغن بذر گل مغربی در بسته آلومینیومی در شرایط دمای محیط (mg KOH/g oil ۱/۱۵) و به دنبال آن در بسته کاغذی در هر دو دما با ۱/۱۱ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن، بیشترین عدداسیدی را داشتند و روغن بذر در بسته سلوفان در شرایط دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با ۰/۸۲ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن کمترین عدد اسیدی را به خود اختصاص داد.

مقایسه میانگین اثر متقابل بسته‌بندی × مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی (شکل ۳) نشان داد بیشترین مقدار عدد اسیدی روغن بذر بعد از گذشت ۶ ماه در بسته کاغذی (mg KOH/g oil ۱/۲۴) و کمترین آن بعد از گذشت ۹ ماه در بسته سلوفان با ۰/۷۲ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن به دست آمد.

مقایسه میانگین اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی (شکل ۴) نشان داد تا ماه ششم انبارداری، میزان عدد اسیدی روغن بذور موجود در دمای یخچال نسبت به بذور انبار شده در دمای محیط، بالاتر بود اما در ادامه، عکس این روند مشاهده شد. بیشترین عدد اسیدی (mg KOH/g oil ۱/۱۱) بعد از ۱۲ ماه انبارداری در دمای محیط و کمترین آن (mg KOH/g oil ۰/۸۱) بعد از گذشت ۱۲ ماه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به دست آمد.

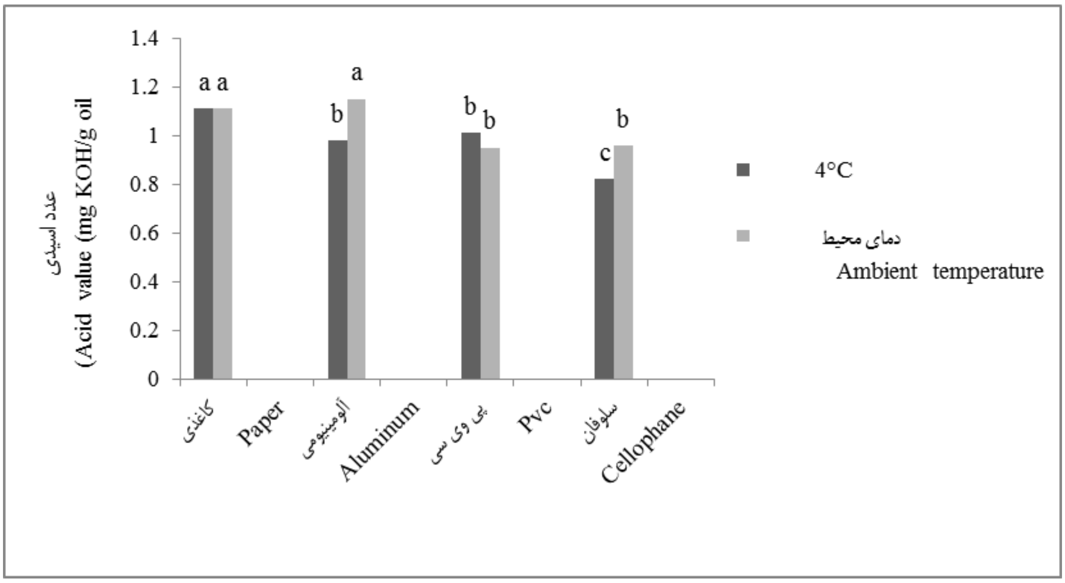
مقایسه میانگین اثر متقابل بسته‌بندی × دما × مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی (شکل ۵) نشان داد بیشترین عدد اسیدی روغن بذور با ۱/۳۴ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن در بسته‌های کاغذی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بعد از ۶ ماه و سلوفان در دمای محیط (۲۰ درجه سانتی‌گراد) بعد از ۱۲ ماه انبارداری به دست آمد و عدد اسیدی روغن بذور در ماه نهم انبارداری در بسته سلوفان در هر دو دما با ۰/۷۲ میلی‌گرم پتاس بر گرم روغن، کمترین مقدار را داشت.

در استحصال روغن به روش پرس سرد، عدد اسیدی روغن تازه گل مغربی، ۱/۵۶ $\pm$ ۰/۰۱ mg KOH/g گزارش شده است (۹). عدد اسیدی روغن تصفیه شده گل مغربی معمولا ۰/۳ است که مقدار استاندارد آن کمتر از ۲/۵ می‌باشد (۱۱).

مطالعه روی گیاهان دانه روغنی نشان می‌دهد شرایط و مدت انبارداری، روی تجمع اسیدهای چرب آزاد روغن بسیار موثر است (۲، ۱۹ و ۳۲). نتایج پژوهش قاسم نژاد (۱۶) در طی ۴ ماهه انبارداری بذر گل مغربی در دماهای ۴، ۲۱ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد، نشان داد درصد اسید چرب آزاد روغن بذر گل مغربی به شدت تحت تاثیر دمای انبارداری است. در طی انبارداری، نمونه‌های انبارشده در دمای پایین، کمترین اسید چرب آزاد را تولید کردند. در این رابطه لیندر (۲۷) بیان کرد فعالیت آنزیم لیپاز مرتبط با درجه حرارت است. فعالیت کمتر آنزیم لیپاز در دمای پایین، ممکن است علت درصد پایین اسیدهای چرب آزاد بذور باشد. در مقابل، بذرهای انبار شده در دمای ۳۵ درجه سانتی گراد، بیشترین سرعت تجمع اسیدهای چرب آزاد را نسبت به دماهای ۴ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد داشتند.

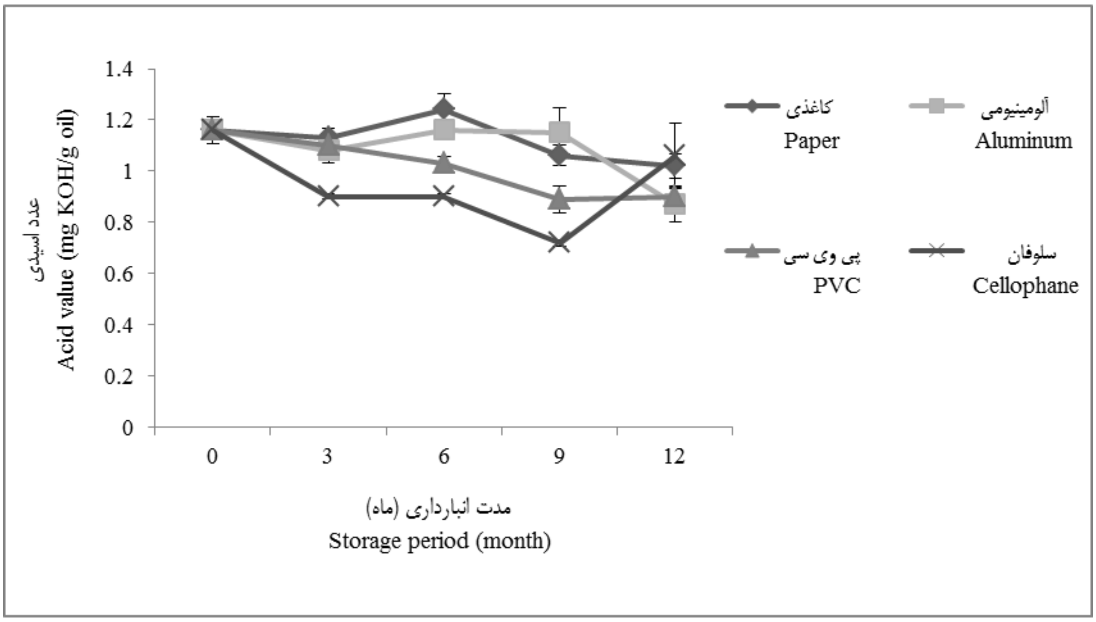
عبدالمنعم و خوگالی (۱) گزارش کردند روغن استخراج شده از بذرهای آفتابگردان در انتهای دوره انبارداری، اسیدیته بالایی نشان دادند که بیانگر مقاومت پایین آنها در مقابل عوامل زوال روغن است.

ترکیب درجه حرارت بالا و زمان طولانی انبارداری، می‌تواند باعث افزایش اکسیداسیون روغن بذرها شود (۱۶ و ۱۸). به نظر می‌رسد تجمع اسیدهای چرب آزاد در این حالت، مربوط به فعالیت بالای آنزیم لیپاز و دیگر آنزیم‌های دخیل در هیدرولیز اسیدهای چرب است.



شکل ۲- اثر متقابل بسته‌بندی × دمای انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی

Figure 2- Interaction effect of packaging ×storage temperature on acid value of evening primrose seed oil (LSD, *p≤0.05*).



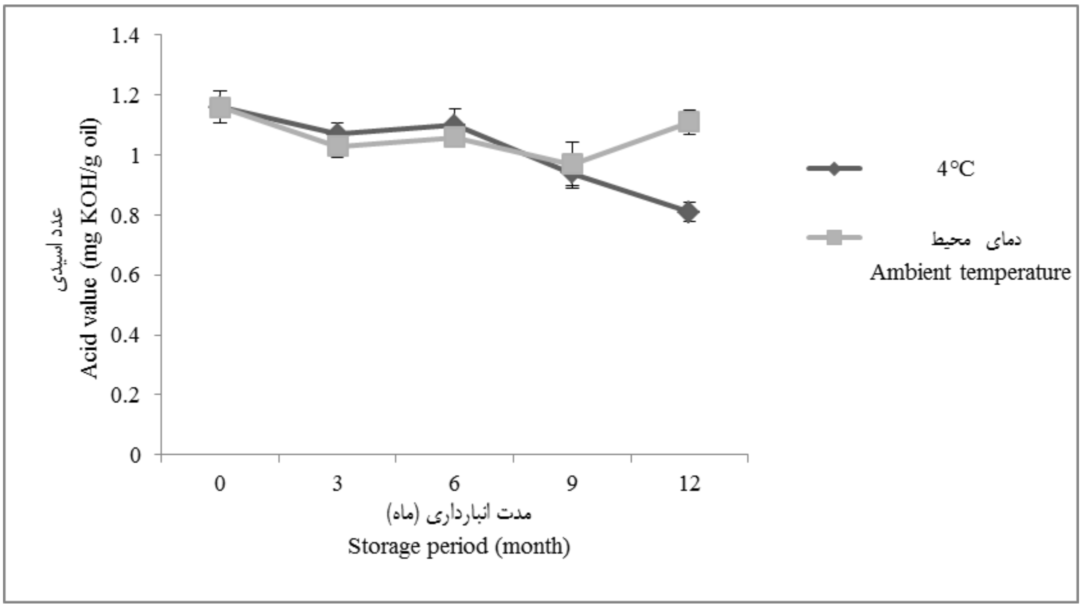
شکل ۳- اثر متقابل بسته‌بندی ×مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی

Figure 3- Interaction effect of packaging ×storage period on acid value of evening primrose seed oil (Bars indicate SE)

عدد پراکسید

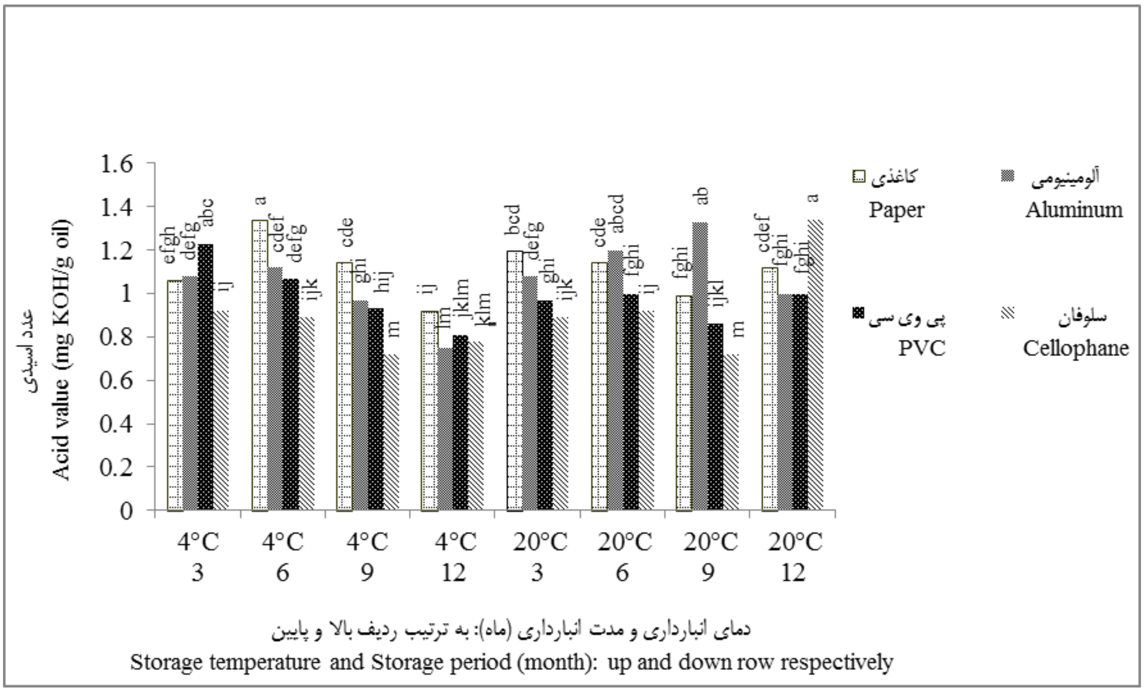
نتایج آنالیز واریانس (جدول ۱) نشان می‌دهد اثرات ساده نوع بسته‌بندی، دما و مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار شده است.

مقایسه میانگین اثرات ساده نوع بسته‌بندی، دما و مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذرگل مغربی (جدول ۲) نشان داد بیشترین میزان عدد پراکسید روغن بذر در بسته کاغذی (meq O_2/Kg oil ۸/۵۳) و کمترین میزان آن در بسته سلوفان (meq O_2/Kg oil ۵/۰۵) گزارش شد. عدد پراکسید روغن در دمای ۴ °C (meq ۵/۴۶ O_2/Kg oil) به طور معناداری کمتر از میزان آن در دمای محیط (۶/۸۲ meq O_2/Kg oil) بود. عدد پراکسید روغن پیش از انبارداری، ۲/۴ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن گزارش شد. در طی انبارداری، عدد پراکسید روغن به شدت افزایش یافت. بعد از گذشت ۳ ماه، عدد پراکسید روغن، ۳/۱۴ meq O_2/Kg oil بود که در انتهای مدت انبارداری با ۹/۸۲ meq O_2/Kg oil، به بالاترین میزان خود رسید.



شکل ٤- اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذر گل مغربی

Figure 4- Interaction effect of storage temperature ×storage period on acid value of evening primrose seed oil (Bars indicate SE)



شکل ۵- اثر متقابل بسته بندی× دما × مدت انبارداری بر عدد اسیدی روغن بذرگل مغربی

Figure 5- Interaction effect of packaging×storage temperature ×storage period on acid value of evening primrose seed oil (LSD, *p≤0.05*).

مقایسه میانگین اثر متقابل بسته‌بندی × مدت انبارداری بـر عـدد پراکسید روغن بذر گـل مغربـی (شـکل ۶) نشـان داد بیشـترین عـدد پراکسید روغن بذر (۱۱ meq O_2/Kg oil) بعد از ۱۲ مـاه انبـارداری در بسته کاغذی و کمترین آن بعد از ۳ ماه انبارداری بـا ۱/۸۵ و ۲/۱۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن، بـه ترتیـب در بسـته‌هـای سلوفان و پی وی سی به دست آمد.

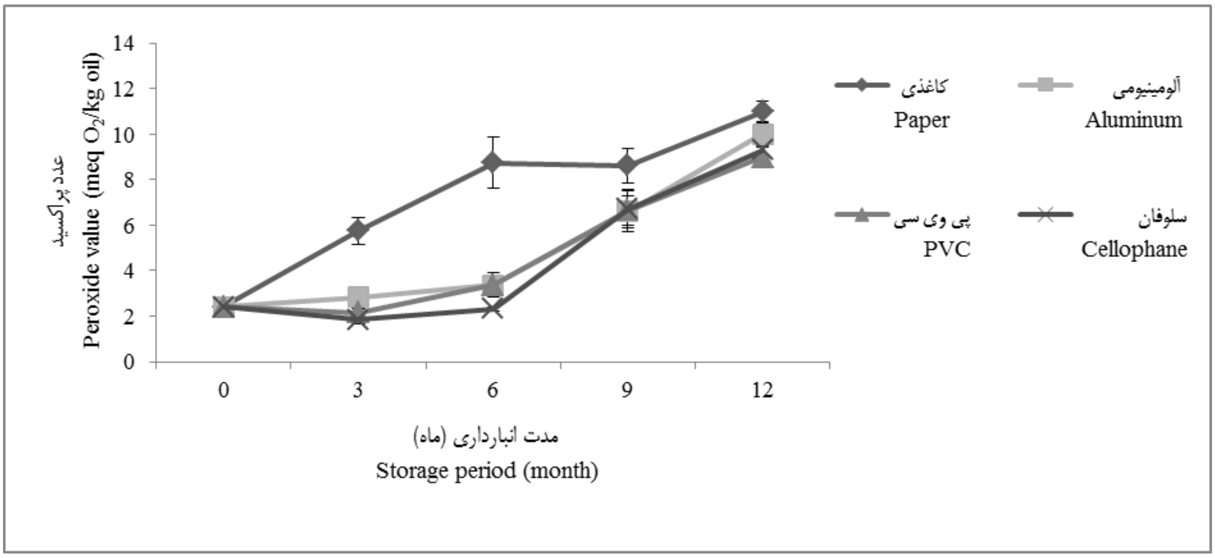
مقایسه میانگین اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی (شکل ۷) نشان داد با گذشت زمان، عدد پراکسید روغن بذور افزایش معنی‌داری داشت و تا ماه نهم انبارداری، عدد پراکسید روغن بذر انبار شده در دمای محیط بیشتر از عدد پراکسید روغن بذر موجود در دمای یخچال بود اما در خاتمه انبارداری، بین میزان عدد پراکسید روغن بذر انبار شده در دمای محیط با ۱۰/۰۱ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن در مقایسه با عدد پراکسید روغن بذر موجود در دمای یخچال با ۹/۶۱ میلی‌اکی والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن، تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین مقدار عدد پراکسید روغن بذر با ۲/۶۵ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن بعد از ۳ ماه انبارداری در دمای یخچال به دست آمد.

مقایسه میانگین اثر متقابل بسته‌بندی× دما × مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی (شکل ۸) نشان داد بذرهای انبار شده در بسته کاغذی در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد بعد از گذشت ۱۲ ماه با ۱۲ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن بیشترین عدد پراکسید را داشت و کمترین عدد پراکسید بعد از ۳ ماه انبارداری در بسته سلوفان در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد با ۱/۶۰ میلی‌اکی‌والان اکسیژن بر کیلوگرم روغن گزارش شد.

عدد پراکسید، شاخص میزان فساد روغن است و اندازه‌گیری آن در شروع اکسیداسیون اهمیت دارد. شاخص پراکسید در روغن‌های مختلف تحت تاثیر نوع روغن و میزان سیرناشدگی آن، مدت زمان نگهداری و مناسب بودن ظروف نگهداری است (۳). عدد پراکسید بالا، بیانگر مقاومت پایین روغن در برابر پراکسید شدن در طی انبارداری است. در استحصال روغن به روش پرس سرد، عدد پراکسید روغن تازه گل مغربی $3/86 \pm 0/14$ meq O_2/Kg گزارش شده است. (۹). دامنه معمول عدد پراکسید روغن گل مغربی ۱/۵-۶ است (۷).

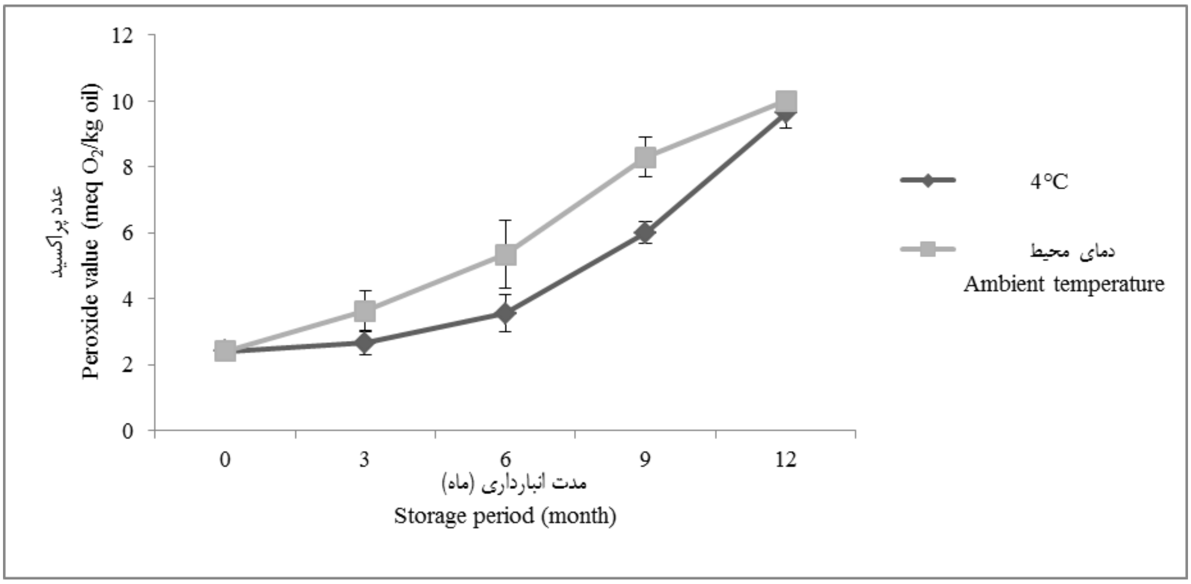
قاسم نژاد (۱۶) با بررسی چهار ماهه انبارداری بذرهای گل مغربی در دماهای ۴، ۲۱ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد، بیان کرد عدد پراکسید به تدریج در طی انبارداری افزایش یافت و بعد از گذشت ۴ ماه، عدد پراکسید نمونه‌های انبار شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به طور معنی‌داری کمتر از نمونه‌های انبار شده در دمای ۲۱ و ۳۵ درجه سانتی‌گراد بود. بنابر این تحقیق، تحت شرایط دمای پایین، انبارداری بذر گل مغربی به مدت ۴ ماه، حداکثر زمانی است که می توان با کمترین کاهش کیفیت، بذر را انبار کرد.

پایداری بیشتر روغن بذر گیاهان در دمای پایین توسط آبراموویک و آبرام (۲) نیز گزارش شده است آنها نشان دادند عدد پراکسید روغن بذر انبار شده در شرایط تاریکی و دمای ۸ درجه سانتی‌گراد، بسیار کمتر عدد پراکسید روغن بذر انبارشده در تاریکی و دمای اتاق است. بر اساس گزارش محمد (۳۰)، تفاوت معنی‌دار عدد پراکسید روغن بذرهای سویا به دلیل تداخل بین رطوبت بذر، دما و طول دوره انبارداری است.



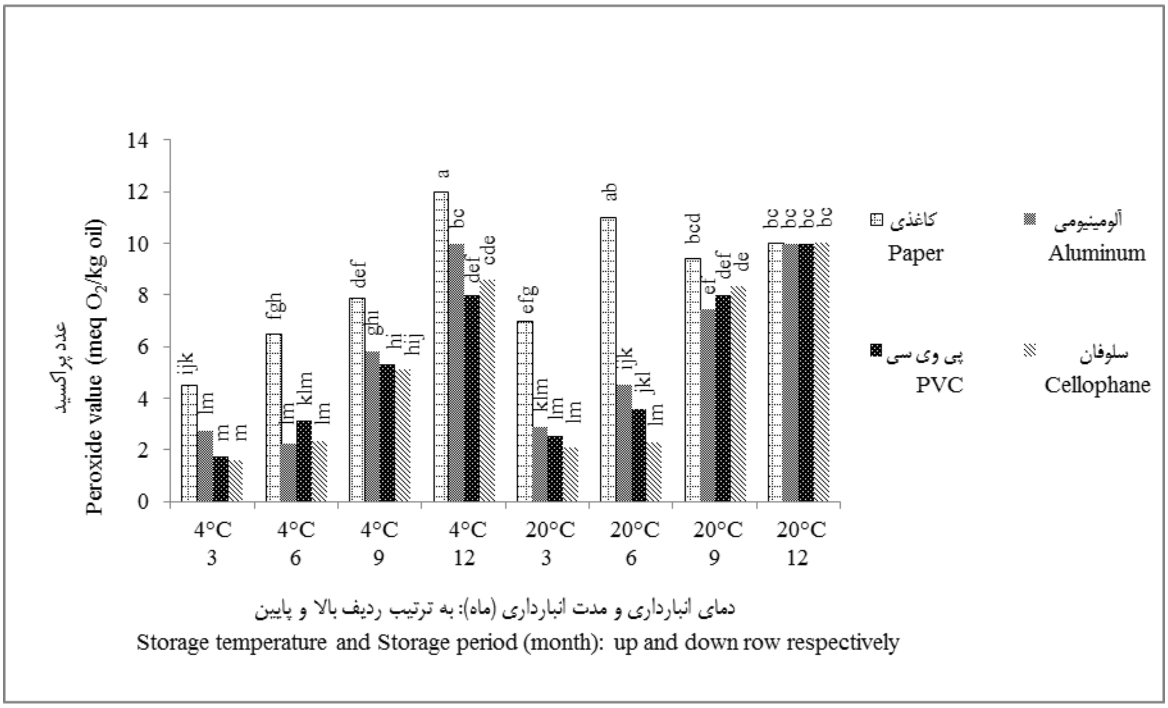
شکل ۶- اثر متقابل بسته بندی × مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذر گل

Figure 6- Interaction effect of packaging ×storage period on peroxide value of evening primrose seed oil (Bars indicate SE)



شکل ۷- اثر متقابل دما × مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی

Figure 7- Interaction effect of storage temperature ×storage period on peroxide value of evening primrose seed oil (Bars indicate SE)



شکل ۸- اثر متقابل بسته بندی× دما × مدت انبارداری بر عدد پراکسید روغن بذر گل مغربی

Figure 8- Interaction effect of packaging× storage temperature ×storage period on peroxide value of evening primrose seed oil (LSD, *p≤0.05*).

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، در مجموع کاربرد بسته های کاغذی و سلوفان برای انبارداری ۳ ماهه بذر گل مغربی در دمای محیط به منظور دستیابی به حداکثر میزان روغن مطلوب بود. انبارداری بذر در دمای محیط داخل بسته کاغذی به مدت ۱۲ ماه، باعث کاهش کیفیت روغن شد. برای حفظ کیفیت روغن گل مغربی با توجه به حد مجاز عدد اسیدی و عدد پراکسید آن، می‌توان تا ۶ ماه بذر را در بسته‌های پی‌وی‌سی و سلوفان در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد

انبار کرد.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از مساعدت‌های خانم مهندس پوران ابریشم‌چی، کارشناس ارشد گروه علوم و صنایع غذایی دانشکده کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، قدردانی می‌گردد.

منابع

1- Abdelmonem M.A., and Khogali E.N.A.I. 2012. Effect of storage packaging on sunflower oil oxidative stability. American Journal of Food Technology 7(11): 700-707.
2- Abramovic H., and Abram V. 2005. Physico-chemical properties, composition and oxidative stability of Camelina sativa Oil. Food Technology Biotechnology 43(1): 63-70.
3- Albo A.P. 2001. Effect of sesame seed flour on millet biscuit characteristics. Plant Foods for Human Nutrition 56(2): 195-202.
4- Anthony K., Meadley J., and Röbbelen G. 1993. New crops for temperate regions. Springer Edition, Chapman and Hall.
5- AOCS. 1990. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists Society. 4th Ed. Method Cd 8-53.
6- Berchmans H.J., and Hirata S. 2008. Biodiesel production from crude *Jatropha curcas* L. Seed oil with high content of free fatty acids. Bioresource Technology 99(6): 1716-1721.
7- Christie W.W. 1999. The analysis of evening primrose oil. Industrial Crop and Products 10(2): 73-83.
8- Court W.A., Hendel J.G., and Pocs R. 1993. Determination of the fatty acids and oil content evening primrose (*Oenothera biennis* L.). Food Research International 26(3): 181-186.
9- Czaplicki S., Ogrodowska D., Derewiaka D., Tanska M., and Zadernowsk R. 2011. Bioactive compounds in unsaponifiable fraction of oils from unconventional sources. European Journal of Lipid Science and Technology 113(12): 1456-1464.
10- Dabbou S., Gharbi I., Brahmi F., Nakbi A., and Hammami M. 2011. Impact of packaging material and storage time on olive oil quality. African Journal of Biotechnology 10(74): 16937-16947.
11- Deng Y.C., Hua H.M., Li J., and Lapinkase P. 2001. Studies on the cultivation and uses of evening Primrose (*Oenothera* spp.) in China. Economic Botany 55(1): 83-92.
12- Doijode S.D. 2001. Seed storage of horticulture crops. Food Products Press.
13- Ellis R.H., and Hong T.D. 2007. Seed longevity-moisture content relationship in hermetic and open storage. Seed Science and Technology 35(2): 423-431.
14- Ellis R.H., Hong T.D., and Roberts E.H. 1988. A low moisture content limit to logaritmic between seed moisture content and longevity. Annals of Botany 61: 405-408.
15-European Communities. 1991. Commission Regulation (EEC) No 2568/91 on the characteristics of olive oil and olive- residue oil and on the relevant methods of analysis. Official Journal of the European Communities.
16- Ghasemnezhad A. 2007. Investigations on the effects of harvest methods and storage conditions on yield, quality and germination of evening primrose (*Oenothera biennis* L.) seeds. Ph.D thesis Justus Liebig University Giessen.
17- Ghasemnezhad A., Cergel S., and Honermeier B. 2007. The impact of storage time and temperature on the quality of the oil of evening primrose (*Oenothera biennis* L.). Journal of Medicinal and Spice Plants 12(4): 175-180.
18- Ghasemnezhad A. and Honermeier B. 2006. Influence of storage conditions on quality and viability of high and low oleic sunflower seeds. International Journal of Plant Production 3(4): 39-48.
19- Gomenz-Alenson S., Mancebo-Campos V., Salvador M., and Fregatane G. 2004. Oxidation kinetics in olive oil triacylglycerols under accelerated shelf life testing. European Journal of Lipid Science Technology 106: 369-375.
20- Hill G.M., and Hanna W.W. 1990. Nutritive characteristics of pearl millet grain in beff cattle diet. Journal of Animal Science 68(7): 2061-2066.
21- Horrobin D.F. 1982. Clinic Uses of Essential Fatty Acids. Eden Press, Montreal and London.
22- Jayanthi M., Jerlin R., and Begum A.J. 2013. Seed quality changes during storage of oil seeds. International Journal Scientific Research 2(10): 1-2.
23- Kandil A.A., Shariefa E., and Sheteiwy M.S. 2013. Effect of seed storage periods, conditions and materials on seed quality of some soybean cultivars. International Journal of Agriculture Sciences 5(1): 339-346.
24- Kartika I.A. 2010. Moisture sorption behavior of Jatropha seeds at 20°C as a source of Vegetable oil for biodiesel production. Journal Teknology Industri Pertanian 19(3): 123-129.
25- Kindle H. 1987. ß- Oxidation of Fatty Acids by specific Organelles. In: Stumpf PK and Conn EE (Editors): The Biochemistry of Plants. 9, Lipids: Structure and Function, chapter 2. San Diego California: Harcourt Brace

Jovanovich Publishing Company.
26- Krishnan P., Nagarajan S., Dadlani M., and Moharir A.V. 2003. Characterization of Wheat (*Triticum aestivum*) and soybean (*Glycine max*) seeds under accelerated ageing conditions by proton nuclear magnetic spectroscopy. Seed Science and Technology 31(3): 541-550.
27- Linder R.C. 2000. Adaptive Evolution of Seed Oils in Plants: Accounting for the Bio Distribution of Saturated and Unsaturated Fatty Acids in Seed Oils. The American Naturalist 156(4): 442-459.
28- Martini S., and Anon M.S. 2005. Storage of sunflower seed: variation on the wax content of the oil. European Journal of Lipid Science and Technology 107(2): 74-79.
29- Morello J.R., Moltiva M.J., Tavor M.J., and Romero M.P. 2004. Changes in commerical virgin olive oil (cv. Arbequina) during storage, with special emphasis on phenolic fraction Food Chemistry 85(3): 357-364.
30- Muhammad A. 2008. Effect of planting dates and storage on yield and quality of indigenous land races and improved varieties of soybean, Ph.D.Thesis, NWFP Agricultural University Peshawar, Pakistan.
31- Osawa C.C., Gonçalves L.A.G., and Ragazzi S. 2007. Correlation between free fatty acids of vegetable oils evaluated by rapid tests and by the official method. Journal of Food Composition and Analysis 20(6): 523-528.
32- Sisman C.B., and Delibas L. 2004. Storing sunflower seeds and quality losses during storage. Journal of Central Europe Agriculture 5(4): 239-250.

Journal of Horticultural Science
Vol. 35, No.1, Spring 2021, P. 25-37
ISSN: 2008 - 4730

نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۱، بهار ۱۴۰۰، ص. ۳۷-۲۵
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Study the Effect of Packaging, Storage Temperature and Storage Period on Some Properties of Evening Primrose Seed Oil

M. Azizi[1]*- H. Ahmadi[2]- H. Aroiee[3]
Received: 13-10-2015
Accepted: 29-02-2016

Introduction: Evening primrose (*Oenothera biennis* L.) is a relatively new oilseed crops with high value which its oil is the most important source of gamma linolenic acid. In this study, seed of Evening primrose was stored in different temperature and packaging materials to improve the content and quality of its oil.

Materials and Methods: In order to study the effect of packaging, storage temperature and storage period on Evening primrose seed oil properties, a split-plot in time experiment was conducted on the basis of completely randomized design at 32 treatments and three replications. Treatments included four levels of storage period (3, 6, 9 and 12 months) as main plot, four levels of packaging (Paper with 0.15 mm, Aluminum with 0.12 mm, PolyVinylChloride (PVC) with 0.09 mm and Cellophane with 0.07 mm thickness) and two levels of temperature (4 °C and Ambient temperature (20 °C)) as sub plots. Seed packages of 100 grams stored in plant physiology laboratory of horticulture department of Ferdowsi university of Mashhad from May 2014 to May 2015. After each period of storage seed oil (extracted by soxhelet) acid and peroxide value were examined as oil quality index. The statistical analysis was performed using the JMP software version 8 and data means were compared using LSD test's in 5% level of probability. Acid and peroxide value were measured according to standards of EEC REG 2568/91 and AOCS cd 8-53, respectively.

Results and Discussion: Based on the results, the simple effect of temperature, packaging material and storage time was significant on all the properties of evening primrose oil. Before storage, seed oil content was 16.45% (w/w) but after three months of storage the oil content increased to 19.75% w/w. From third month of storage until 9th a sharp decline was observed, and the oil content was 12.71 % w/w at the end of 9th months. Finally the seed oil content slightly increased until 12th month. Before storage, acid and peroxide value were reported 1.16 (mg KOH/g oil) and 2.4 (meq O2/Kg oil), respectively. During storage, acid value showed descending trend so that at the end of 6 and 12 months storage obtained 1.08 and 0.96 mg KOH/g oil, respectively. Oil peroxide value after third months reached to 3.14 (meq O2/Kg oil) and its maximum (9.82 meq O2/Kg oil) was detected at the end of storage period. Ambient temperature in terms of oil content and 4 °C in terms of oil quality were optimum condition for *Oenothera* seed storage. Seeds samples which packed in paper and cellophane material showed the most oil content (17.29% and 16.75%, respectively). Cellophane packaging in terms of acid (0.89 mgKOH/g oil) and peroxide value (5.05 meq O2/Kg oil) was diagnosed the best packaging material to preserve the quality of the oil during storage. Interaction between storage temperature and storage period on oil percentage was significant at 1%. The highest oil percentage (59/22%) was detected after three months of storage at ambient temperature. Interaction between packaging and storage temperature on acid value of evening primrose seed oil was significant at 1% as aluminum packaging at ambient temperature and paper packaging in both temperatures had the highest acid value (1.15 and 1.11mg KOH/g oil, respectively). The lowest acid value (0.82 mg KOH/g oil) was detected in cellophane packaged seeds at 4°C temperature. Interaction between packaging material and storage period on acid value of evening primrose seed oil was significant at 1%. The highest acid value (1.24 mg KOH/g oil) obtained after six months in paper packaged seeds and seeds samples which packed in cellophane material had the lowest acid value (0.72 mg KOH/g oil) after nine months of storage. Interaction between storage temperature and storage period on acid value of evening primrose oil was significant at 1%. The highest acid value (1.11mgKOH/g oil) was detected after 12 months of storage at ambient temperature. At the end of 12th months at 4 °C temperature, the lowest acid value (0.81mg KOH/g oil) was reported. Interaction between packaging material, storage temperature and storage period on acid value of evening primrose seed oil was significant at 1% as paper packaged seeds after six months of storage at 4°C temperature and cellophane packaged seeds after 12 months of storage at ambient temperature showed the highest acid value (1.34 mg KOH/g oil). The end of 9th months in cellophane packaged seeds at both temperature, the lowest acid value (0.72 mg KOH/g oil) obtained. Interaction between packaging material and

1, 2 and 3- Professor, Post-master Student and Associate Professor, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, respectively.
(*- Corresponding Author Email: azizi@um.ac.ir)
DOI: 10.22067/jhs.2021.57440.0

storage period on peroxide value of evening primrose oil was significant at 1% as paper packaged seeds after 12 months of storage had the highest peroxide value (11meq O2/Kg oil). Seeds samples which packed in PVC and cellophane material after three months showed the lowest peroxide value (2.15 and 1.85 meq O2/Kg oil, respectively). Interaction between storage temperature and storage period on peroxide value of evening primrose oil was significant at 1%. The highest peroxide value (10.01meq O2/Kg oil) was detected after 12 months of storage at ambient temperature. After three months of storage at 4°C temperature the lowest peroxide value (2.65 meq O2/Kg oil) obtained. Interaction between packaging material, storage temperature and storage period on peroxide value of evening primrose seed oil was significant at 1% as paper packaged seeds after 12 months of storage at 4°C temperature had the highest peroxide value (12 meq O2/Kg oil). The lowest peroxide value (1.60 meq O2/Kg oil) was detected in cellophane packaged seeds after three months of storage at 4 °C temperature.

Conclusion: Overall, evening primrose seed storage in paper and cellophane packaging during three months at ambient temperature to improve the content of oil was desirable. Seed storage in paper packaging at ambient temperature after12 months, reduced oil quality. Seeds samples which packed in PVC and cellophane material at 4°C temperature preserved the quality of evening primrose oil.

Keywords: Acid value, Oil, Packaging, Peroxide value, Storage